

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-251984

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/28

H01L 21/285

H01L 21/3213

(21)Application number : 08-060553

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.03.1996

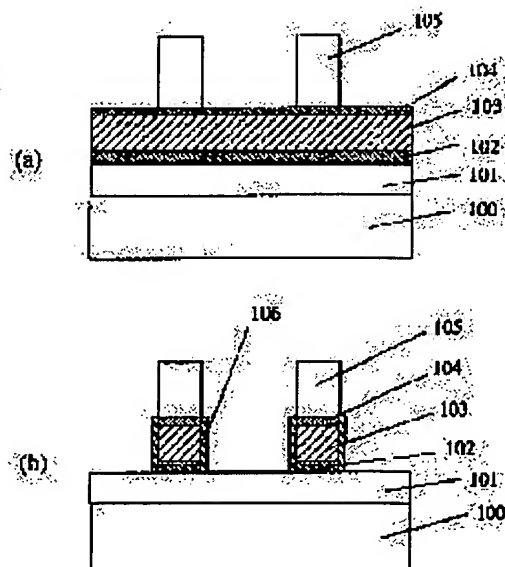
(72)Inventor : MITANI KATSUHIKO  
KAWAHARA HIROYOSHI  
WATANABE KATSUYA  
KOJIMA MASAYUKI

## (54) ETCHING METHOD FOR MULTI-LAYER ALUMINUM WIRING

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make removing of a resist film and a side wall protective film in an etching post-process easy, and to eliminate aging change with time in work shape of a multi-layer Al wiring even when applied to mass-production, with affect on maintenance characteristics of a device eliminated.

**SOLUTION:** With a sheet type dry etching device, the inside of an etching chamber is processed with O<sub>2</sub> cleaning, and after the inside wall temperature of the etching chamber is set and controlled, a sample is transported into the etching chamber, and, with the use of BCl<sub>3</sub>/Cl<sub>2</sub>/CHCl<sub>3</sub> gas, a TiN cap layer 104, an Al-Cu alloy layer 103 and a TiN barrier layer 102 are sequentially plasma-etched with a resist film 105 pattern as a mask.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.08.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	G
21/28			21/28	F
21/285	3 0 1		21/285	3 0 1 R
21/3213			21/88	D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-60553

(22) 出願日 平成8年(1996)3月18日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 三谷 克彦

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸工場内

(72) 発明者 川原 博宜

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸工場内

(72) 発明者 渡辺 克哉

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

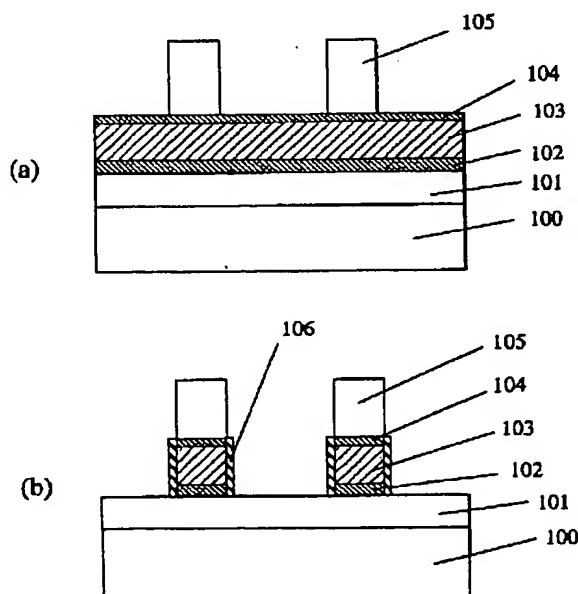
(54) 【発明の名称】 多層A1配線のエッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 BN化合物を含む側壁保護膜は化学的に強い結合を有するため、エッチングに引き続くアッシング工程・溶液処理により除去されにくいという課題がある。従って、BN化合物に代わって強固でしかもエッチング後に除去しやすい側壁保護膜を形成する手段が必要になる。

【解決手段】 枚葉式のドライエッチング装置を用いて、エッチング室内をO<sub>2</sub>クリーニング処理し、エッチング室の内壁温度を設定・制御した後、試料をエッチング室203に搬送しBCl<sub>3</sub>/Cl<sub>2</sub>/CHCl<sub>3</sub>ガスを用いてレジスト膜105パターンをマスクにしてTiNキャップ層104、Al-Cu合金層103、及びTiNバリア層102を順次プラズマエッチングする。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基板上に形成された多層Al配線のエッチングする工程において、プラズマエッチング装置を用いて $BCl_3$ 、 $Cl_2$ 、及び $CHCl_3$ 或いは他の $C_xHyCl_z$  ( $x, y, z=0\sim 8$ )、 $C_xHyBr_z$  ( $x, y, z=0\sim 8$ ) ガスの内少なくとも1つ以上、との混合ガスによりエッチングすることを特徴とする多層Al配線のエッチング方法。

【請求項2】上記エッチング装置のエッチング室の壁面温度を $80\sim 250^\circ C$ 範囲内の所定温度に制御して $BCl_3$ 、 $Cl_2$ 、及び $CHCl_3$ 或いは他の $C_xHyCl_z$  ( $x, y, z=0\sim 8$ )、 $C_xHyBr_z$  ( $x, y, z=0\sim 8$ ) ガスのうちの少なくとも1つ以上との混合ガスにより多層Al配線をプラズマエッチングすることを特徴とする請求項1に記載した多層Al配線のエッチング方法。

【請求項3】上述した $BCl_3$ 、 $Cl_2$ 、及び $CHCl_3$ 、或いは他の $C_xHyCl_z$  ( $x, y, z=0\sim 8$ ) ガスの混合ガスの質量流量比が $Cl_2:100$ に対して $BCl_3$ 、及び $CHCl_3$ 或いは他の $C_xHyCl_z$  ( $x, y, z=0\sim 8$ ) 或いは $C_xHyBr_z$  ( $x, y, z=0\sim 8$ ) ガスが各々 $20\sim 50$ 、 $5\sim 20$ の比であり、有機レジスト膜をマスクにして多層Al配線のエッチングすることを特徴とする請求項1に記載した多層Al配線のエッチング方法。

【請求項4】上記エッチング装置のエッチング室内部を $O_2$ を含むガスの放電によりクリーニングした後、複数枚の半導体基板上の多層Al配線を連続してエッチングすることを特徴とする請求項1または2に記載した多層Al配線のエッチング方法。

【請求項5】上述した多層Al配線が半導体基板側より第1のTiN膜/Al-Cu合金層/第2のTiN膜或いは第1のTiW膜/Al-Cu合金層/第2のTiW膜からなることを特徴とする請求項1に記載したAl配線のエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、LSI等で用いられる多層Al配線のエッチング方法に係り、特に多層Al配線の側面における加工形状の制御に好適なAl配線のエッチング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】LSIのAl配線の多くはTiNキャップ層/Al-Cu合金/TiNバリア層の3層構造が採用されている。該配線のパターンニングには $BCl_3/Cl_2$ ガスによるドライエッチングが広く用いられている。 $BCl_3/Cl_2$ 系のエッチングでは、Al-Cu合金のエッチング速度の方がTiNのエッチング速度より大きいので、図3の従来の多層Al配線の断面形状図に示すようにAl-Cu合金層303にサイドエッチング

305が発生したり、TiNキャップ層303直下のAl-Cu合金層303にノッチ306が発生するという課題がある。良好な加工形状を実現するためには、側壁保護膜の形成を制御しながらAl配線のエッチングを行う必要がある。その対策として、例えばJournal of Vacuum Science & Technology, A10巻, 第4号, pp. 1232-1237に記載されているように、 $N_2$ を $BCl_3/Cl_2$ 系のガスに添加してノッチ306の低減及びAl-Cu合金層303の異方性加工を達成している。該手段による側壁保護膜は $BCl_3$ からのBとTiN層のNの反応によるBN化合物を含んでおり、従来の $BCl_3/Cl_2$ 系エッチングに比べて形状制御に有効な側壁保護膜となっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した $BCl_3/Cl_2$ 系エッチングガスに $N_2$ を添加する方法では、BN化合物を含む側壁保護膜が効率良く形成されることによりノッチ306を低減している。しかし、該BN化合物を含む側壁保護膜は化学的に強い結合を有するため、エッチングに引き続くアッシング工程・溶液処理により除去されにくいという課題がある。また、エッチング室内壁においてもBN化合物の生成・堆積反応が起こるため、エッチング装置内で異物が発生しやすく、LSI量産適用の際には問題となる。従って、BN化合物に代わって強固でしかもエッチング後に除去しやすい側壁保護膜を形成する手段が必要になる。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために有機物の側壁保護膜を形成する。そのために、枚葉式エッチング装置のエッチング室を $O_2$ プラズマクリーニングして有機物を除去した後、チャンバの壁面温度を $80\sim 250^\circ C$ の所定温度に制御し $BCl_3$ 、 $Cl_2$ 、及び $CHCl_3$ の混合ガスにより有機レジスト膜マスクを用いて多層Al配線をプラズマエッチングする。そのときのガス質量流量比は $Cl_2:100$ に対して $BCl_3$ 及び $CHCl_3$ が各々 $20\sim 50$ 、 $5\sim 20$ の比である。上記 $O_2$ プラズマクリーニングは、複数枚の連続処理毎に行えばよい。

【0005】本発明を用いれば、 $CHCl_3$ から解離した有機成分が効率良く側壁保護膜を形成するため、サイドエッチング及びノッチを抑制でき、良好な加工形状の多層Al配線のエッチングが可能になる。上記方式により形成された側壁保護膜は通常の後工程により容易に除去できる。また、 $CHCl_3$ の添加がエッチング装置のメンテナンス性に影響を与えることはない。通常、 $CHCl_3$ 等のような有機系ガスを添加したエッチングを量産に適用すると加工形状に経時変化が現れるが、本発明では定期的な $O_2$ クリーニングによるチャンバ内有機物の除去とチャンバ壁面温度の制御によりエッチング雰囲気

気の安定性、再現性の向上を図り量産への適用を可能にしている。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】本発明の一実施例を図1に示す試料断面図及び図2に示すエッチング装置の概略図を用いて説明する。図1(a)に示すように半導体基板100上に堆積した絶縁膜101、TiNバリア層102、Al-Cu合金層103、及びTiNキャップ層104上に所望のパターンのレジスト膜105を具備した試料を有磁場マイクロ波エッチング装置の試料交換室に投入した。該エッチング装置では、図2に示すようにマグネトロン200で発生した $\mu$ 波が導波管201、導入窓202を経てエッチング室203に伝わり、そこで磁場制御コイル204により形成された磁場と電子サイクロトロン共鳴を起こし高密度プラズマを生成している。また、試料ホルダ205には高周波電源206が接続され、RFバイアスを独立して印加することができる。上記試料をエッチング室203に投入する前に、 $O_2$ クリーニング処理を施してエッチング室内の有機物を除去した。クリーニング条件は $O_2$ 流量100sccm、全ガス圧2Pa、 $\mu$ 波出力800Wである。エッチング室内の内壁温度を100℃に設定・制御した後、上記試料をエッチング室203に搬送し、前記レジスト膜105パターンをマスクにしてTiNキャップ層104、Al-Cu合金層103、及びTiNバリア層102を順次エッチングした。このときの主なエッチング条件は、ガス流量 $BCl_3$ 30sccm、 $Cl_2$ 70sccm、 $CHCl_3$ 8sccm、全ガス圧3Pa、 $\mu$ 波出力800W、RFパワー60W、基板温度40℃である。ここでガス流量の制御は何れもマスフロー制御による流量コントローラ207を用いている。尚、プラズマ発光モニタを用いて判定したTiNバリア層102のエッチングが終了した後も、引続き15秒間、エッチングを継続した。上述したエッチング処理後の試料の断面形状は図1。(b)に示すようにTiNキャップ層104、Al-Cu合金層103、TiNバリア層102の各側面は垂直に加工され、該側面はエッチング中の副生成物による側壁保護膜106により被われている。

【0007】本発明によると、 $O_2$ クリーニング処理に続いて前記試料を25枚連続してエッチング処理しても加工形状の変化は殆ど起こらない。即ち、定期的に $O_2$ クリーニング処理を適用することにより、多層Al配線の量産加工に適したエッチング方法を提供できる。ここでは、通常の1ロット25枚の連続処理について効果を確認しているが、諸条件の最適化により25枚以上の連続処理も可能である。また、25枚以下の連続処理、例え

ば5枚、10枚については言うまでもなく有効である。本実施例では、エッチング室内の内壁温度を100℃に設定・制御しているが、80～250℃の範囲内で制御しても、 $BCl_3/Cl_2/CHCl_3$ 流量比を適宜調整して同様の効果を得ることは可能である。好適な質量流量比の目安は、 $Cl_2$ 100に対して $BCl_3$ 及び $CHCl_3$ が各々20～50、5～20の比である。本実施例では $CHCl_3$ ガスを $BCl_3/Cl_2$ に添加した場合について述べている。他の $C_xH_yCl_z$  ( $x, y, z=0\sim8$ )、 $C_xH_yBr_z$  ( $x, y, z=0\sim8$ ) ガスのうちの少なくとも1つ以上の混合ガスを用いても同様の効果が期待されるが、実験の結果 $CHCl_3$ ガス添加が有効であることが分かった。また、本実施例では $BCl_3/Cl_2$ をエッチングガスとして用いているが、 $SiCl_4$ 、 $CCl_4$ 等の他の塩素系ガスを用いることも有効である。

【0008】また、本実施例ではTiN/Al-Cu合金層/TiN積層膜をエッチングしているが、Al-Cu合金層の上下の膜がTi/TiN膜或いはTiW膜であっても構わない。また、本実施例ではECR型エッチング装置を用いているが、他のプラズマエッチング装置、例えばICP(Inductively Coupled Plasma)エッチング装置を用いても同様の効果がある。

#### 【0009】

【発明の効果】本発明を用いるとTiNキャップ層104直下のAl-Cu合金層103にノッチが発生することなく良好な形状の多層Al配線のエッチングが行える。また、エッチング後工程におけるレジスト膜105及び側壁保護膜106の除去が容易である。量産に適用した場合も多層Al配線の加工形状の経時変化がなく、装置のメンテナンス性に支障を与えることも無い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る試料の断面を示す図。

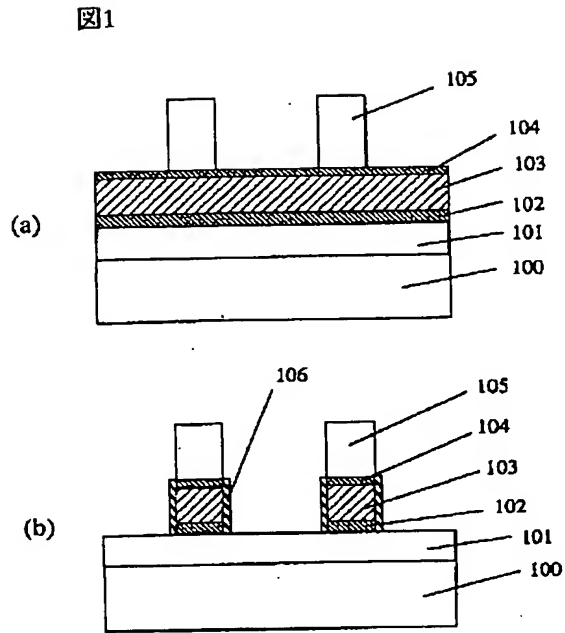
【図2】本発明の実施例1に係るエッチング装置の概略図。

【図3】従来のAl配線の断面形状を示す図。

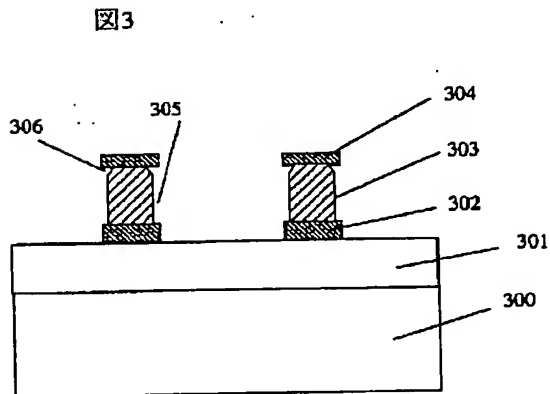
#### 【符号の説明】

100…半導体基板、101…絶縁膜、102…TiNバリア層、103…Al-Cu合金層、104…TiNキャップ層、105…レジスト膜、106…側壁保護膜、200…マグネトロン、201…導波管、202…導入窓、203…エッチング室、204…磁場制御コイル、205…試料ホルダ、206…高周波電源、207…マスフローコントローラ。

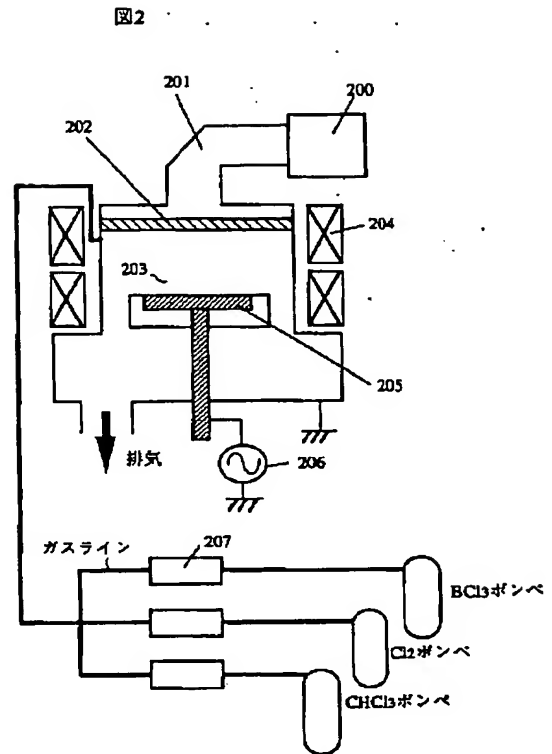
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 児島 雅之  
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体事業部内